

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 77 35707**

---

⑤④ Perfectionnements aux engrenages coniques.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). F 16 H 1/14; B 64 C 27/12.

②② Date de dépôt ..... 28 novembre 1977, à 14 h 37 mn.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 25 du 22-6-1979.

---

⑦① Déposant : Société dite : WESTLAND AIRCRAFT LIMITED, résidant en Grande-Bretagne.

⑦② Invention de :

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : S.A. Fedit-Loriot, 38, avenue Hoche, 75008 Paris.

---

La présente invention se rapporte aux engrenages coniques.

La forme d s engrenages coniques utilisés pour relier deux arbres qui ne sont pas parallèles a pour résultat une poussée axiale, même lorsqu'on utilise des pignons à denture droite. Dans les appareils  
5 dont le fonctionnement doit être silencieux et qui doivent pouvoir transmettre des couples élevés, il est nécessaire d'utiliser des dents hélicoïdales, ce qui se traduit par une poussée supplémentaire, mais on peut s'arranger pour que cette poussée soit orientée soit vers, soit à l'opposé du sommet du cône primitif des pignons.

10 Or, ces poussées, qui ont pour résultat une tendance du pignon à se déplacer axialement, peuvent poser un sérieux problème en ce qui concerne l'étude et la réalisation des paliers destinés à supporter les pignons, en particulier, dans les installations opérant à une vitesse élevée, en ce que ces paliers doivent être conçus pour supporter  
15 de fortes poussées et, de ce fait, peuvent devenir lourds, compliqués et coûteux. Sur les arbres tournant à grande vitesse, ces poussées intenses ont une influence particulièrement néfaste sur les dimensions des paliers nécessaires, qui se traduit par une augmentation du poids, ce qui est particulièrement gênant dans certains domaines, tels que l'aviation, où l'on s'efforce toujours de diminuer le poids  
20 des composants, notamment des boîtes d'engrenage.

De plus, les engrenages coniques existants ont tendance à être bruyants par suite de la flexion des pignons et à cause des fluctuations des forces auxquelles réagit l'enveloppe ou le carter de  
25 l'engrenage.

De plus, dans le domaine des hélicoptères, il faut qu'une boîte d'engrenage d'hélicoptère soit capable de fonctionner pendant, au moins, 30 mn après que son circuit de lubrification est tombé en panne. Or certains paliers de butée qui sont destinés à supporter  
30 les efforts axiaux s'exerçant dans les engrenages coniques utilisés dans les boîtes d'engrenage des hélicoptères peuvent ne pas satisfaire à cette condition car ils commencent à être surchauffés dès que la circulation de l'huile s'interrompt.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients et elle a pour objet un engrenage conique comportant une roue  
35 et un pignon supportés à rotation autour d'axes respectifs, la roue

et le pignon étant pourvus de surfaces de réaction complémentaires arrangées de façon à empêcher un mouvement axial du pignon dans, au moins, une direction, pendant la rotation de l'engrenage.

5 L'une, au moins, des surfaces de réaction peut être formée sur une bague de butée fixée à la roue ou au pignon, les surfaces pouvant être alignées avec le cône primitif des dentures engrénantes de la roue et du pignon.

10 Dans une forme de l'invention, les surfaces de réaction peuvent comprendre des surfaces coniques complémentaires constituées par des surfaces coniques externes prévues respectivement sur la roue et le pignon et arrangées de façon à empêcher un mouvement axial du pignon vers l'axe de rotation de la roue. Les surfaces externes coniques peuvent être prévues à la fois au talon et à la pointe du pignon.

15 Dans une autre forme de l'invention, les surfaces de réaction peuvent comprendre des surfaces coniques de formes correspondantes constituées par des surfaces coniques externes et internes qui peuvent être situées à la fois au talon et à la pointe du pignon de façon à produire une grande capacité de charge pour supporter les  
20 poussées axiales et pour empêcher un mouvement axial du pignon à la fois vers et à l'opposé de l'axe de rotation de la roue.

De préférence, à la pointe, la surface conique externe est formée sur le pignon et la surface conique interne complémentaire est formée sur la roue afin d'empêcher un mouvement axial vers l'extérieur du pignon et, au talon, la surface conique externe est formée  
25 sur la roue et la surface conique interne est formée sur le pignon afin d'empêcher un mouvement axial vers l'intérieur du pignon, le rayon de courbure des surfaces coniques externes étant plus petit que celui des surfaces coniques respectives.

30 De préférence, les rayons de courbure des surfaces coniques sont définis par la distance entre un point situé sur la surface considérée et l'intersection d'une droite projetée perpendiculairement à ce point avec un axe de la roue ou du pignon. Ainsi, dans une installation particulière, le rayon de courbure du cône externe à la  
35 pointe peut être défini par le point d'intersection de la droite projetée et de l'axe du pignon à une position intermédiaire entre le pi-

gnon t l'ax de la roue et le rayon d courbure de la surface conique intern compl'mentair d la roue p ut être défini par le point d'intersection de la droite projetée et de l'axe de la roue. Au talon, le rayon de courbure de la surface conique externe de la roue peut  
5 être défini par le point d'intersection de la droite projetée et de l'axe de la roue à une position intermédiaire entre celle-ci et l'axe du pignon et le rayon de courbure de la surface conique interne complémentaire du pignon peut être défini par le point d'intersection de la droite projetée et de l'axe du pignon.

10 Dans une autre forme de l'invention, les surfaces de réaction complémentaires peuvent comprendre une surface plane orientée vers l'intérieur formée sur le pignon et s'étendant perpendiculairement à l'axe de celui-ci et une surface plane complémentaire orientée vers l'extérieur formée sur la roue afin d'empêcher un mouvement  
15 axial du pignon vers l'axe de celle-ci. Les surfaces peuvent être formées au talon et, avantageusement, la surface tournée vers l'extérieur peut être formée sur le pourtour de la roue, parallèlement à l'axe de celle-ci. En variante, les surfaces pourraient être formées à la pointe et la surface tournée vers l'extérieur pourrait être  
20 formée sur une bague de butée fixée à la roue.

De préférence, un certain intervalle est prévu près des deux bords des dentures engrénantes de la roue et du pignon afin d'empêcher l'huile d'être emprisonnée et pour éviter qu'une certaine pression hydraulique se développe entre les dents. Cet intervalle peut  
25 être constitué par une cavité annulaire produite soit dans la partie dentée, soit dans une partie sur laquelle les surfaces de réaction sont formées.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, en référence au dessin annexé sur lequel les figures 1 à 6 sont des vues partielles en coupe  
30 d'un certain nombre d'engrenages coniques construits conformément à l'invention.

En se référant à la figure 1, on voit un engrenage conique, désigné dans son ensemble par 11, qui comprend une roue 12 et un pignon 13 engrénant par des dentures 14 de façon à tourner respectivement  
35 autour des axes 15 et 16.

Des surfaces de réaction constituées par des surfaces coniques externes complémentaires 17 et 18 sont prévues respectivement sur la roue et sur le pignon à la pointe A, des surfaces coniques externes complémentaires analogues 19 et 20 étant prévues au talon B.

5 Dans le mode de réalisation représenté, les surfaces complémentaires 17, 18 et 19, 20 sont situées sur le cône primitif 21 des dentures engrénantes 14. Les surfaces coniques 18 et 20 sont formées par des prolongements du pignon 13 dont elles font partie intégrante, tandis que les surfaces 17 et 19 sont formées respectivement sur des bagues  
10 de butée 22 et 23 qui sont vissées à la roue 12.

La figure 2 illustre une modification du mode de réalisation de la figure 1 dans laquelle les surfaces coniques externes complémentaires 17 et 18 de la pointe A et les surfaces coniques externes 19 et 20 du talon B sont décalées du cône primitif 21 des dents engrénantes 14, comme l'indiquent les lignes en tirets 24 et 25. Une  
15 autre variante concerne le talon B où la surface conique externe 19 fait partie intégrante de la roue 12, rendant ainsi inutile la bague de butée 23 du mode de réalisation de la figure 1.

Une cavité annulaire 26 est prévue aux bords des deux dentures engrénantes 14. Sur la figure 1, cette cavité est constituée en partie par un évidement des bagues de butée 22 et 23 et en partie par une cavité produite à l'intérieur des surfaces 18 et 20 du pignon 13, tandis que sur la figure 2 la cavité 26 située à la pointe A est  
20 entièrement formée dans la bague de butée 22, tandis qu'au talon B elle est entièrement creusée dans la surface 20 du pignon 13.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, les surfaces de réaction comprennent des surfaces coniques conformes, constituées par des surfaces coniques internes et externes complémentaires 17 et 18 à la pointe A et par des surfaces coniques internes complémentaires  
30 19 et 20 au talon B. Les surfaces 17, 18, 19 et 20 sont disposées sensiblement perpendiculairement au cône primitif 21 de l'engrenage.

Aussi bien à la pointe qu'au talon, les surfaces coniques externes 18 (formées sur le pignon 13 à la position A) et 19 (formées sur la roue 12 à la position B) ont un rayon de courbure inférieur  
35 au rayon de courbure des surfaces coniques internes complémentaires 17 (formées sur la roue 12 à la position A) et 20 (formées sur le pi-

gnon 13 à la position B).

Le rayon de courbur instantané des surfaces est défini par la distance entre un point situé sur ces surfaces et l'intersection d'une droite passant par ce point et normale à la surface avec l'axe de la roue ou du pignon. Ainsi, à la pointe A, une normale aux surfaces complémentaires 17 et 18 est indiquée par la droite discontinue 27 qui coupe l'axe 16 du pignon en un point  $a_2$  situé entre le pignon 13 et l'axe 15 de la roue 12 afin de définir le rayon de courbure de la surface conique externe 18, et qui coupe aussi l'axe 15 de la roue 12 au point  $a_1$  afin de définir le rayon de courbure de la surface conique interne 17. De même, au talon B, une normale aux surfaces complémentaires 19 et 20 est représentée par la droite discontinue 28 qui coupe l'axe 15 de la roue 12 au point  $b_2$  entre la roue 12 et l'axe 16 du pignon 13, afin de définir le rayon de courbure de la surface conique externe 19 et qui coupe aussi l'axe 16 du pignon au point  $b_1$  pour définir le rayon de courbure de la surface conique interne 20.

Les points d'intersection  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  et  $b_2$  peuvent être choisis suivant le besoin pour produire les pressions de contact voulues ou pour obtenir d'autres caractéristiques à l'interface des cônes dans une installation donnée.

Sur la figure 3, les surfaces coniques complémentaires 17, 18 et 19, 20 sont décalées du cône primitif 21 des dentures engrénantes 14. Le pignon 13 a été représenté en coupe pour illustrer une forme de construction pratique dans laquelle les surfaces correspondantes sont formées respectivement sur les bagues de butée intérieures et extérieures 29 et 30 qui sont fixées au pignon 13 par des moyens quelconques, par exemple par vissage, soudage ou collage.

La figure 4 illustre une modification du mode de réalisation de la figure 3 dans laquelle la surface conique interne 17 placée à la pointe A est formée sur une bague de butée 31 vissée à la roue 12. Au talon B, les surfaces de réaction à la poussée sont constituées par une surface plane périphérique 19 de la roue 12 disposée parallèlement à l'axe 15 de celle-ci de façon à avoir un rayon de courbure  $b_2$  et par une surface plane tournée radialement vers l'intérieur 20 formée sur le pignon perpendiculairement à l'axe 16 de façon à avoir un

rayon de courbure infini ( $b_1$  étant situ' à l'infini). Dans cet agencement, les surfaces 17 et 18 situées à la pointe A peuvent être alignées avec le cône primitif 21 des dentures 14.

5 Le mode de réalisation de la figure 5 utilise, à la pointe A, les particularités décrites plus haut à propos des surfaces de réaction complémentaires situées au talon B sur la figure 4. C'est ainsi que, dans ce mode de réalisation, les surfaces de réaction à la poussée comprennent une surface plane orientée radialement vers l'intérieur 18 sur le pignon 13 et une surface externe complémentaire 17 formée sur une bague de butée 31 vissée à la roue 12. Dans un tel agencement, 10 il est essentiel que les tolérances de fabrication soient telles qu'une surface perpendiculaire à l'interface s'éloigne du sommet du cône primitif de l'engrenage de façon à éviter que se produise un contact aux bords, comme l'indique l'angle  $\alpha$  sur la figure 5.

15 La figure 6 illustre que la présente invention peut être utilisée dans un engrenage conique 11 conçu pour transmettre un mouvement de rotation suivant un angle différent de  $90^\circ$ . Aux fins d'illustration seulement, on a représenté un agencement identique à celui décrit en regard de la figure 5, mais il est bien évident que l'angle d'intersection  $\beta$  des axes est plus grand que l'angle de  $90^\circ$  représenté 20 dans les modes de réalisation précédents. La plupart des autres modes de réalisation décrits ci-dessus peuvent être incorporés dans un tel agencement, la forme de réalisation réellement choisie étant influencée par de nombreux facteurs, tels que les problèmes d'assemblage, par exemple, et les contraintes.

25 De même, il est clair que l'invention peut être incorporée dans un engrenage conique dans lequel les axes des arbres ne se coupent pas, par exemple dans des engrenages à dentures hypoïdes.

30 Dans le fonctionnement d'un engrenage conique 11 conforme à l'invention, les diverses formes de surfaces de réaction décrites ci-dessus empêchent effectivement un déplacement axial du pignon 13 soit vers, soit à l'opposé de l'axe 15 de la roue 12, soit encore dans les deux directions, éliminant ainsi ou pour le moins réduisant sensiblement les poussées axiales. Les poussées axiales sont supportées 35 localement par les pignons eux-mêmes, de sorte que les paliers de butée peuvent être éliminés et remplacés par de simples paliers

radiaux, diminuant ainsi le poids, le coût et l'encombrement d l'engrenag coniqu tout entier.

5 Dans une boîte contenant un engrenage conique classique, des fluctuations de la force axiale du pignon sont supportées par des paliers de butée logés dans le carter de celui-ci, ce qui se traduit par un niveau de bruits élevé à la fréquence de contact des dents, du fait que ces bruits ont souvent les amplitudes les plus élevées dans la boîte d'engrenage. Dans l'engrenage conique 11 de la présente invention, les fluctuations de la force axiale du pignon 13 sont supportées localement par les pignons eux-mêmes et ne sont pas transmises 10 au carter dans lequel l'engrenage est monté, réduisant ainsi considérablement le niveau des bruits.

L'agencement de la présente invention est particulièrement avantageux dans les boîtes d'engrenage des hélicoptères du fait de- 15 la suppression des paliers de butée qui permet d'utiliser de simples paliers radiaux. De tels paliers radiaux risquent moins de tomber en panne par suite d'une défaillance du système de lubrification, de sorte qu'une boîte comportant de tels engrenages coniques devrait être capable de satisfaire aux conditions exigées des engrenages pour hélicoptères qui est de continuer à fonctionner pendant 30 mn en cas de 20 panne du système de lubrification.

Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, les surfaces coniques externes complémentaires 17 et 18 situées à la pointe A et les surfaces 19 et 20 situées au talon B servent à réagir à une poussée tendant, pendant le fonctionnement, à déplacer le pignon 13 vers 25 l'intérieur en direction de l'axe 15 de la roue 12. Sur la figure 1, les surfaces complémentaires sont arrangées sur le cône primitif 21 des dentures engrénantes 14, de sorte qu'un contact de roulement est établi entre les surfaces complémentaires respectives, tandis que sur 30 la figure 2 les surfaces complémentaires sont décalées du cône primitif, de sorte qu'un contact de roulement avec glissement est établi pendant le fonctionnement. Dans les engrenages à rapport élevé, cette disposition peut produire un transfert des forces axiales sur le pignon tendant à exercer une plus forte charge sur les paliers de rotation de celui-ci. 35

Les surfaces coniques 17 et 18 situées à la pointe A dans



le mode de réalisation de la figure 3 réagissent contre la composante de poussée axiale tendant à éloigner le pignon 13 de l'axe de la roue 12, tandis que les surfaces 19 et 20 situées au talon B réagissent à une poussée axiale tendant à déplacer le pignon 13 vers l'axe 15 de la roue 12. Ces surfaces coniques conformes sont capables de s'opposer à de puissantes poussées axiales.

Dans la variante de réalisation de la figure 4, les surfaces de réaction opèrent également pendant le fonctionnement pour empêcher toute tendance du pignon 13 à se déplacer dans les deux directions. Des surfaces coniques conformes sont ici aussi utilisées à la pointe A, bien que, dans cet agencement, la surface conique interne 17 soit formée sur une bague de butée 31 qui permet aux surfaces correspondantes 17 et 18 de s'aligner avec le cône primitif 21 des dentures engrénantes 14, à la différence de la figure 3 où elles sont décalées. Ceci implique que le contact entre les surfaces 17 et 18 est le plus près possible du contact de roulement pur qui se produit sur les surfaces primitives.

La figure 4 illustre aussi une simplification des surfaces de réaction au talon B qui peut être utilisée dans les installations dans lesquelles la force orientée axialement vers l'intérieur est minimale.

Le mode de réalisation de la figure 5 utilise, à la pointe A, des surfaces de réaction semblables à celles utilisées au talon B sur la figure 4 et qui sont à nouveau arrangées pour réagir contre les poussées axiales tendant à déplacer le pignon 13 vers l'axe 15 de la roue 12. La disposition de la figure 5 facilite la fabrication de l'engrenage conique dans lequel il est possible d'inverser la poussée axiale normale vers l'extérieur produite par les forces de propulsion principales, de sorte que ces forces agissent vers l'intérieur.

La figure 6 illustre un mode de réalisation analogue à celui de la figure 5 incorporé dans un engrenage conique 11 dans lequel l'angle  $\beta$  d'intersection des arbres est plus grand que  $90^\circ$ . De même, plusieurs des agencements décrits ci-dessus peuvent être utilisés dans de telles installations, ainsi que dans les engrenages dans lesquels l'angle  $\beta$  est inférieur à  $90^\circ$  et dans les engrenages reliés à

d s arbr s dont les axes ne se coupent pas, par exemple dans les engrenages ayant des dentures hypoïdes.

Les intervalles produits par les cavités 26 (figures 1 et 2) aux bords des dentures engrénantes 14 évitent que l'huile de graissage soit emprisonnée et développe une pression entre les dents.

Divers modes de réalisation ont été représentés et décrits ci-dessus, mais il est bien évident que diverses autres combinaisons de surfaces de réaction pourraient être utilisées dans un engrenage conique particulier donné.

De plus, il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées aux exemples de réalisation représentés et décrits, sans sortir pour autant du cadre de l'invention.

C'est ainsi que dans le mode de réalisation de la figure 3, la surface conique externe 18 située à la pointe A pourrait être formée sur un prolongement de la roue 12, la surface interne complémentaire 17 étant formée sur le pignon 13 pour empêcher celui-ci de se déplacer vers l'intérieur, et la surface conique externe 19 du talon B pourrait être formée sur le pignon 13, la surface conique interne complémentaire 20 étant formée sur un prolongement de la roue 12 afin d'empêcher un mouvement axial vers l'extérieur du pignon 13. Les particularités des modes de réalisation décrits ci-dessus en ce qui concerne la pointe A sur la figure 4 et les particularités de la figure 5 pourraient être combinées dans un même engrenage conique, de sorte que la bague de butée 31 servirait à supporter à la fois les poussées axiales orientées vers l'intérieur et vers l'extérieur agissant sur le pignon 13.

L'une ou les deux surfaces de réaction pourraient être incurvées dans un plan contenant l'axe de l'arbre respectif afin de soulager les bords des contraintes pendant le fonctionnement. En variante, en particulier en ce qui concerne le mode de réalisation de la figure 3, cette courbure pourrait être augmentée de façon que l'une, au moins, des surfaces de réaction devienne une surface sphérique. Ceci peut être appliqué à la fois à la surface de réaction de la roue et du pignon, de sorte que le contact entre les surfaces sphériques se traduirait par des surfaces de contact circulaires. Il est avantageux, dans un tel agencement, que l'angle moyen des surfaces sphéri-

qu s limit' s soit approximativement égal à la surface conique normale précédemment décrite et, de même, que le rayon de la surface sphérique extérieure soit plus petit que le rayon de la surface sphérique intérieure correspondante.

REVENDEICATIONS

1. Engrenage conique, qui comprend une roue et un pignon supportés à rotation autour d'axes respectifs, caractérisé en ce que la roue et le pignon sont pourvus de surfaces de réaction complémentaires arrangées pour empêcher un mouvement axial du pignon dans, au moins, une direction pendant la rotation de l'engrenage.
2. Engrenage conique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une, au moins, desdites surfaces de réaction est formée sur une bague de butée fixée à ladite roue ou audit pignon.
3. Engrenage conique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites surfaces de réaction comprennent des surfaces coniques externes complémentaires prévues respectivement sur la roue et le pignon et arrangées pour empêcher un mouvement axial du pignon vers l'axe de rotation de ladite roue.
4. Engrenage conique selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdites surfaces coniques externes sont prévues à la fois au talon et à la pointe du pignon.
5. Engrenage conique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites surfaces de réaction comprennent des surfaces coniques conformes constituées par des surfaces coniques externes et internes complémentaires.
6. Engrenage conique selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rayon de courbure de ladite surface conique externe est plus petit que le rayon de courbure de ladite surface conique interne complémentaire.
7. Engrenage conique selon la revendication 6, caractérisé en ce que les rayons de courbure desdites surfaces coniques complémentaires sont définis par la distance entre un point situé sur la surface conique correspondante et l'intersection d'une droite projetée perpendiculairement audit point avec l'axe de ladite roue ou dudit pignon.
8. Engrenage conique selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces coniques conformes sont prévues au talon du pignon afin d'empêcher un mouvement axial de celui-ci à l'opposé de l'axe de la roue, ladite surface conique externe étant formée sur le pignon, tandis que ladite surface conique interne complémentaire est formée sur la roue, le rayon de courbure de ladite sur-

face conique xterne étant défini par le point d'intersection de ladite droite projetée avec l'axe du pignon à une position située entre celui-ci et l'axe de la roue, tandis que le rayon de courbure de ladite surface conique interne complémentaire est défini par le point d'intersection de ladite droite projetée avec l'axe de la roue.

9. Engrenage conique selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces coniques conformes sont prévues au talon du pignon afin d'empêcher un mouvement axial de celui-ci vers l'axe de la roue, ladite surface conique externe étant formée sur la roue, cependant que la surface conique interne complémentaire est formée sur le pignon, le rayon de courbure de ladite surface conique externe étant défini par le point d'intersection de ladite droite projetée avec l'axe de la roue à une position intermédiaire entre la roue et l'axe du pignon, tandis que le rayon de courbure de la surface conique interne complémentaire est défini par le point d'intersection de ladite droite projetée avec l'axe du pignon.

10. Engrenage conique selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les surfaces de réaction comprennent une surface interne généralement plane formée sur le pignon et s'étendant perpendiculairement à l'axe du pignon, et une surface complémentaire externe généralement plane formée sur la roue.





